



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Kouichi TAKEUCHI et al.

Serial No.: 10/691,667

Filed: October 24, 2003

)
)
) Art Unit: 1753
)
)
)

For: CONTINUOUS PICKLING METHOD AND CONTINUOUS PICKLING
APPARATUS

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

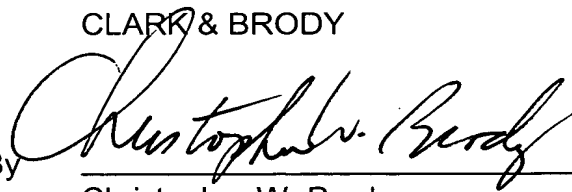
Sir:

Applicant for the above-identified application, by his attorney, hereby claims the priority date under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2001-132264, filed April 27, 2001, and acknowledged in the Declaration of the subject application. A certified copy of the Application is attached.

Respectfully submitted,

CLARK & BRODY

By


Christopher W. Brody
Reg. No. 33,613

1750 K Street, NW, Suite 600
Washington, DC 20006
Telephone: 202-835-1111
Facsimile: 202-835-1755

Docket No.: 12014-0022
Date: March 2, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 4月27日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-132264

[ST.10/C]:

[JP2001-132264]

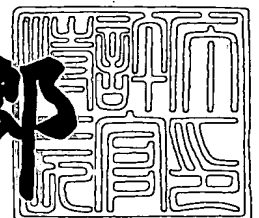
出 願 人
Applicant(s):

住友金属工業株式会社

2002年12月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3100531

【書類名】 特許願

【整理番号】 49315T3414

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23G 1/08

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

【氏名】 武内 孝一

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県鹿嶋市大字光3番地 住友金属工業株式会社鹿島製鉄所内

【氏名】 野中 俊彦

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県鹿嶋市大字光3番地 住友金属工業株式会社鹿島製鉄所内

【氏名】 片岡 武雄

【特許出願人】

【識別番号】 000002118

【氏名又は名称】 住友金属工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081352

【弁理士】

【氏名又は名称】 広瀬 章一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000365

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708159

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 連続酸洗方法および連続酸洗装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの 2 以上の酸洗槽に酸液をそれぞれ供給しながら、搬送される鋼帯の酸洗を行うに際し、

酸洗時の前記鋼帯の表面に存在するスケールの厚さと前記 2 以上の酸洗槽それぞれへの酸液供給量の分配率とについて予め定めた設定値に基づいて、前記 2 以上の酸洗槽それぞれへの前記酸液の供給量を、制御することを特徴とする連続酸洗方法。

【請求項 2】 前記スケールの厚さの設定値は、前記鋼帯の鋼種に基づいて予め設定される請求項 1 に記載された連続酸洗方法。

【請求項 3】 前記酸液供給量の分配率の設定値は、前記鋼帯の搬送速度に基づいて予め設定される請求項 1 または請求項 2 に記載された連続酸洗方法。

【請求項 4】 前記酸液の供給量に、前記 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の濃度の測定値と設定値との偏差に基づいた修正値を加算する請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載された連続酸洗方法。

【請求項 5】 前記酸液の供給量について加算された制御の修正値に基づいて、予め定められた前記スケールの厚さの設定値および／または前記酸液供給量の分配率の設定値を、修正して設定する請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載された連続酸洗方法。

【請求項 6】 前記 2 以上の酸洗槽は、少なくとも最終酸洗槽を含む請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載された連続酸洗方法。

【請求項 7】 連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの 2 以上の酸洗槽と、

該 2 以上の酸洗槽へそれぞれ酸液を供給する酸液供給系と、

前記 2 以上の酸洗槽それぞれへの前記酸液の供給量を、酸洗時の前記鋼帯の表面に存在するスケールの厚さと前記 2 以上の酸洗槽への酸液供給量の分配率とについて予め定められた設定値に基づいて制御する制御装置とを備えること

を特徴とする連続酸洗装置。

【請求項 8】 前記スケールの厚さの設定値は、前記鋼帯の鋼種および製造条件に基づいて予め設定される請求項 7 に記載された連続酸洗装置。

【請求項 9】 前記分配率の設定値は、前記鋼帯の搬送速度に基づいて予め設定される請求項 7 または請求項 8 に記載された連続酸洗装置。

【請求項 10】 前記 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度をそれぞれ測定する酸濃度測定装置を備え、

前記制御装置は、前記酸液の供給量に、該酸濃度測定装置による酸洗液の濃度の測定値と設定値との偏差に基づいた修正値を加算する請求項 7 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載された連続酸洗装置。

【請求項 11】 前記制御装置は、前記 2 以上の酸洗槽それぞれへの前記酸液の供給量について加算された修正値に基づいて、予め定められた前記スケールの厚さの設定値および／または前記 2 以上の酸洗槽への前記酸液供給量の分配率の設定値を、修正して設定する請求項 7 から請求項 10 までのいずれか 1 項に記載された連続酸洗装置。

【請求項 12】 前記 2 以上の酸洗槽は、少なくとも最終酸洗槽を含む請求項 7 から請求項 11 までのいずれか 1 項に記載された連続酸洗装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、連続酸洗方法および連続酸洗装置に関し、より具体的には、例えば、熱間圧延を終了した鋼帯の表面に存在するスケールを除去するための連続酸洗方法および連続酸洗装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

周知のように、熱間圧延を行われた鋼帯の表面には、酸化物からなるスケールが存在する。このスケールは、一般的に、鋼帯を例えば塩酸等からなる酸洗液に連続的に浸漬させる酸洗を行われることによって、除去される。この酸洗は、通常、3 槽～5 槽程度の酸洗槽を備える連続酸洗装置を用いて行われる。

【 0 0 0 3 】

図 4 は、4 槽の酸洗槽 2a～2d を備える連続酸洗装置 1 を模式的に示す説明図である。同図に示すように、連続酸洗装置 1 の第 1 槽 2a、第 2 槽 2b、第 3 槽 2c および第 4 槽（最終槽）2d に、鋼帯 3 を順次連続的に通板させることにより、酸洗が行われる。各酸洗槽 2a～2d に収容される酸洗液は、鋼帯 3 との反応や鋼帯 3 による持ち出しにより、徐々に減少する。そのため、この連続酸洗装置 1 では、最終槽 2d に酸液供給装置 4 から酸液を供給し、隣接する各酸洗槽 2a～2d の間に設けられた酸液輸送配管 5a～5c により、酸洗液を下流側の酸洗槽から上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する。そして、第 1 槽 2a からオーバーフローする酸洗液を、回収装置 6 に送って回収し、再利用する。

【 0 0 0 4 】

連続酸洗装置 1 では、酸洗液をこのように各酸洗槽 2a～2d 間で循環させるため、各酸洗槽 2a～2d に収容される酸洗液の酸濃度は異なる。例えば、最終槽 2d では 12% 程度であり、第 1 槽 2a では 3 % 程度である。また、第 2 槽 2b、第 3 槽 2c では、最終槽 2d と第 1 槽 2a との中間の濃度となる。

【 0 0 0 5 】

この連続酸洗装置 1 では、最終槽 2d への酸液の供給量を決定するには、少なくとも最終槽 2d に収容された酸洗液の酸濃度を測定する必要がある。酸濃度の測定には、公知の滴定式分析計（例えば商品名「タイトレータ」）や、導電率、密度および温度から濃度を連続的に測定する方法等がある。

【 0 0 0 6 】

滴定式分析計を用いた場合、酸洗液の酸濃度を短時間で測定できないことを補償するために、例えば、特開昭 57-174473 号公報には、酸洗液の酸濃度を測定せずに鋼帯の寸法や材質等に基づいて酸液の供給量を演算により求める発明が、また特開平 7-54175 号公報には、酸洗液の酸濃度を測定せずに酸洗の前後における鋼帯の板厚の測定値に基づいて酸液の供給量を演算により求める発明が、それぞれ提案されている。これらの従来の技術によれば、酸液を供給される酸洗槽（図 4 の連続酸洗装置 1 の場合には最終槽 2d）に収容された酸洗液の酸濃度を、精度は $\pm 3 \sim 5$ % 程度と低いものの、目標値に制御することができる。

【0007】

しかし、これらの従来の技術では、第1槽のみに酸液を供給するために酸液を供給される酸洗槽以外の酸洗槽に収容される酸洗液の酸濃度を高くすることができないため、連続酸洗装置1を備える酸洗工程の生産性を向上させること、つまり酸洗速度を向上させることができない。すなわち、連続酸洗装置1の酸洗速度を向上するには、酸液を供給される最終槽2dへの酸液の供給量を増加して、各酸洗槽2a~2dに収容される酸洗液の酸濃度を全体的に高める必要がある。しかし、最終槽2dの酸洗液の酸濃度が約12%を越えると、酸洗液である塩酸の蒸気圧が高くなり、最終槽2dにおいて蒸発による塩酸の消費量が増加し、酸洗液に要するコストが著しく増加してしまう。このため、最終槽2d以外の各酸洗槽2a~2cに収容される酸洗液の酸濃度を目標値に制御することができず、酸洗速度を向上することができない。

【0008】

特に、特開平7-54175号公報により提案された発明は、酸洗槽の前後で板厚を測定して給酸量を制御するものであるが、鋼板のスケール厚は3~12ミクロン程度であってスケール厚の定量化のためにはミクロン単位の板厚測定が必要になるが、この程度の板厚のばらつきは鋼板自身にも存在するため、連続的に走行する熱延鋼板の板厚を高精度で測定することは困難である。

【0009】

一方、特開平9-125270号公報には、酸洗槽および循環タンクを用い、原則として、酸濃度の分析値が目標の下限值より低い場合は給酸のみを行い、目標の上限値より高い場合には給水のみを行うことにより、酸洗槽の酸濃度を制御することが提案されている。しかし、この提案にかかる方法は、基本的にフィードバック制御を主体とするものであるため、制御の応答性が悪く酸濃度のばらつきを小さく抑制できない。

【0010】

さらに、特開平10-306391号公報には、鋼板の板厚、板幅さらにはスケール量に関する鋼板の状態量と、酸洗槽に供給される酸の濃度、供給量、酸の液温、ラインスピードさらには酸洗槽に入る直前のストリップ温度に関するプラントの運

転状態量を監視し、その値を用いて任意の複数部分の酸洗槽内の脱スケーリング率を求め、その値に基づいてプラントの最適運転状態量を決定することが提案されている。この提案にかかる発明は、酸洗における脱スケール現象を数式化して給酸量を制御するものであるが、実際の酸洗では特に高温巻取り材のようなウィスタイト(FeO)が多量に生成する鋼板では、酸洗中にスケールが剥離し脱スケールが進行するため、酸洗槽を n 個に分割しそれぞれの分割領域での剥離量を定量化することは困難である。このため、この発明によっても、制御の応答性が悪く酸濃度のばらつきを小さく抑制できない。

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明者は、先に特開 2 0 0 0 - 2 9 7 3 9 0 号公報により、連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの 2 以上の酸洗槽と、2 以上の酸洗槽へそれぞれ酸液を供給する酸液供給系と、2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度をそれぞれ連続的に測定する酸濃度連続測定装置と、2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量の予測値を、酸洗時の酸洗条件からそれぞれ算出し、算出した予測値に基づいて酸液供給量を決定して酸液供給系へ酸液供給信号を出力するとともに、酸液供給系から 2 以上の酸洗槽へ酸液が供給された後に酸濃度連続測定装置から出力される酸濃度の連続的な測定値に基づいて、2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度がいずれも目標値に一致するように、酸液供給系へ酸液供給信号を出力する制御装置とを組み合わせて備える連続酸洗装置を提案した。

【 0 0 1 2 】

この提案にかかる連続酸洗装置を用いて、連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量の予測値を、酸洗時の酸洗条件に基づいて算出し、算出した予測値に基づいて 2 以上の酸洗槽それぞれへの酸液供給量を決定して酸液を供給し、酸液を供給された 2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容される酸洗液の酸濃度を連続的に測定し、測定された酸濃度の連続的な測定値に基づいて、2 以上の酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度がいずれも目標値に一致するように、2 以上の酸洗槽への酸液供給量を制御することを提案した。

【 0 0 1 3 】

【発明が解決しようとする課題】

この提案にかかる発明により、各酸洗層からの酸洗液の蒸発量をできるだけ抑制しながら、各酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を、いずれも高めて目標値に近づけることができ、これにより、既存の連続酸洗設備をできるだけ改造せずに酸洗の生産性を高めることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明は、この提案にかかる連続酸洗装置および連続酸洗方法をさらに改良・向上するものである。

本発明の目的は、酸液を供給される酸洗槽からの酸洗液の蒸発量をできるだけ抑制しながら、各酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を高めて所望の値に近づけ、これにより、酸洗の生産性を向上することができる連続酸洗方法および連続酸洗装置を提供することである。また、本発明の目的は、このような連続酸洗方法および連続酸洗装置を、既存の連続酸洗設備をできるだけ改造することなく提供することである。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの2以上の酸洗槽に酸液をそれぞれ供給しながら、搬送される鋼帯の酸洗を行うに際し、酸洗時の鋼帯の表面に存在するスケールの厚さと2以上の酸洗槽それぞれへの酸液供給量の分配率とについて予め定めた設定値に基づいて、2以上の酸洗槽へそれぞれの酸液の供給量を、制御（以下、「フィードフォワード」という）することを特徴とする連続酸洗方法である。

【 0 0 1 6 】

この本発明にかかる連続酸洗方法では、①スケールの厚さの設定値が、鋼帯の鋼種に基づいて予め設定されること、又は②酸液供給量の分配率の設定値が、鋼帯の搬送速度に基づいて予め設定されることが、望ましい。

【 0 0 1 7 】

また、これらの本発明にかかる連続酸洗方法では、酸液の供給量を、2以上の

酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の濃度の測定値に基づいて、フィードバック制御することが望ましい。

【 0 0 1 8 】

また、これらの本発明にかかる連続酸洗方法では、酸液の供給量について行われたフィードバック制御の結果に基づいて、予め定められたスケールの厚さの設定値または酸液供給量の分配率の設定値を、修正して設定することが望ましい。

【 0 0 1 9 】

また、これらの本発明にかかる連続酸洗方法では、① 2 以上の酸洗槽が、少なくとも最終酸洗槽を含むこと、または② 連続酸洗装置が、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローさせる型の連続酸洗装置、または、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する型の連続酸洗装置であることが、望ましい。

【 0 0 2 0 】

また、これらの本発明にかかる連続酸洗方法では、酸濃度の測定値が、少なくとも、2 以上の酸洗槽にそれぞれ設けられた濃度計で、測定されることが望ましい。

【 0 0 2 1 】

別の観点からは、本発明は、連続酸洗装置を構成する複数の酸洗槽のうちの 2 以上の酸洗槽と、2 以上の酸洗槽へそれぞれ酸液を供給する酸液供給系と、2 以上の酸洗槽それぞれへの酸液の供給量を、酸洗時の鋼帯の表面に存在するスケールの厚さと 2 以上の酸洗槽への酸液供給量の分配率とについて予め定められた設定値に基づいて、フィードフォワード制御する制御装置を備えることを特徴とする連続酸洗装置である。

【 0 0 2 2 】

この本発明にかかる連続酸洗装置では、① スケールの厚さの設定値が、鋼帯の鋼種に基づいて予め設定されることが、または② 分配率の設定値が、鋼帯の搬送速度に基づいて予め設定されることが望ましい。

【 0 0 2 3 】

これらの本発明にかかる連続酸洗装置では、さらに、2 以上の酸洗槽にそれぞ

れ収容された酸洗液の酸濃度をそれぞれ測定する酸濃度測定装置を備え、制御装置が、酸液の供給量を、この酸濃度測定装置による酸洗液の濃度の測定値に基づいて、フィードバック制御することが望ましい。

【0024】

これらの本発明にかかる連続酸洗装置では、制御装置が、2以上の酸洗槽それぞれへの酸液の供給量について行われたフィードバック制御の結果に基づいて、予め定められたスケールの厚さの設定値および／または2以上の酸洗槽への酸液供給量の分配率の設定値を、修正して設定することが望ましい。

【0025】

これらの本発明にかかる連続酸洗装置では、2以上の酸洗槽が、少なくとも最終酸洗槽を含むことが望ましい。

これらの本発明にかかる連続酸洗装置では、連続酸洗装置が、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローさせる型の連続酸洗装置、または、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する型の連続酸洗装置であることが望ましい。

【0026】

これらの本発明にかかる連続酸洗装置では、酸濃度測定装置が、少なくとも、2以上の酸洗槽にそれぞれ設けられ、測定をすることが望ましい。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる連続酸洗方法および連続酸洗装置の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以降の実施の形態の説明では、酸洗液が塩酸であるとともに、本発明者らが特開平2000-313978号公報および特開平2000-313979号公報において提案した酸濃度連続測定装置13を用いた場合を例にとる。なお、酸濃度測定は、連続式測定装置が望ましいが、滴定式等の間欠的な測定装置であっても、本発明を実施することができる。

【0028】

図1は、本実施の形態の連続酸洗装置10の構成を模式的に示す説明図である。また、図2は、この連続酸洗装置10の第3槽11c および最終槽11d を抽出してそ

の制御フローを模式的に示す説明図である。図 1 および図 2 にそれぞれ示すように、この連続酸洗装置 10 は、酸洗槽 11a ～ 11d と、酸液供給系 12 と、酸濃度連続測定装置 13c 、 13d と、制御装置 14 とを備える。以下、これらの構成要素について順次説明する。

【 0 0 2 9 】

〔酸洗槽 11a ～ 11d 〕

この連続酸洗装置 10 は、4 つの酸洗槽 11a ～ 11d を有する。酸洗槽 11a が第 1 槽であり、酸洗槽 11b が第 2 槽であり、酸洗槽 11c が第 3 槽であり、さらに酸洗槽 11d が最終槽である。

【 0 0 3 0 】

酸洗される鋼帯 15 は、第 1 槽 11a 、第 2 槽 11b 、第 3 槽 11c および最終槽 11d の順に、各酸洗槽 11a ～ 11d に収容された酸洗液に浸漬される。そして、最終槽 11d を出た鋼帯 15 は、次工程に送られる。

【 0 0 3 1 】

また、この連続酸洗装置 10 では、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液が上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローする。すなわち、最終槽 11d に収容された酸洗液が第 3 槽 11c へオーバーフローし、第 3 槽 11c に収容された酸洗液が第 2 槽 11b へオーバーフローし、第 2 槽 11b に収容された酸洗液が第 1 槽 11a へオーバーフローする。そして、第 1 槽 11a からオーバーフローする酸洗液は、図示しない回収装置に送られて回収され、再利用される。

【 0 0 3 2 】

本実施の形態の酸洗槽 11a ～ 11d は、以上のように構成される。

〔酸液供給系 12〕

本実施の形態の連続酸洗装置 10 は、酸液供給系 12 を有する。本実施の形態の酸液供給系 12 は、第 3 槽 11c に酸液を供給する第 3 槽酸液供給装置 12c と、最終槽 11d に酸液を供給する最終槽酸液供給装置 12d とにより構成される。第 3 槽酸液供給装置 12c および最終槽酸液供給装置 12d は、いずれも、流量調整弁 16 を介して、図示しない酸液供給源に接続されている。第 3 槽酸液供給装置 12c および最終槽酸液供給装置 12d にそれぞれ設けられた流量調整弁 16 は、いずれも、後述す

る制御装置14に接続されており、制御装置14から出力される酸液供給信号によって弁の開度が制御される。

【 0 0 3 3 】

この流量調整弁は、管路に設けられた流量計の信号をフィードバックして流量調整弁の開度制御をするのがより好ましい。これらの流量調整弁により、第3槽酸液供給装置12c から第3槽11c への酸液の供給量と、最終槽酸液供給装置12d から最終槽11d への酸液の供給量とが、個別に制御される。

【 0 0 3 4 】

なお、本実施の形態では第3槽11c および最終槽11d に酸液を供給するようにしているが、第2槽11b やさらには第1槽11a にも、第3槽酸液供給装置12c および最終槽酸液供給装置12d と同様の酸液供給装置をそれぞれ設けて、酸液を個別に供給するようにしてもよい。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態の酸液供給系12は、以上のように構成される。

〔酸濃度連続測定装置13c 、 13d 〕

本実施の形態では、第3槽11c には酸濃度連続測定装置13c が設けられるとともに、最終槽11d には酸濃度連続測定装置13d が設けられる。酸濃度連続測定装置13c および酸濃度連続測定装置13d は、同一のものであることが望ましい。これらの酸濃度連続測定装置は応答速度、精度の面から特開平2000-313978号公報または特開平2000-313979号公報に開示された酸濃度計を用いるのが望ましく、その詳細は同公報に開示されているので説明は省略する。

【 0 0 3 6 】

なお、本実施の形態では、第3槽11c および最終槽11d にそれぞれ酸濃度連続測定装置13c 、 13d を設けたが、かかる態様に限定されるものではなく、図1に図示するように、第2槽11b にも酸濃度連続測定装置13b を設け、さらに必要に応じて第1槽11a にも酸濃度連続測定装置13a を設け、これらの出力値も制御装置14に入力するように構成してもよい。

【 0 0 3 7 】

〔制御装置14〕

本実施の形態の連続酸洗装置10は、制御装置14を有する。この制御装置14は、第3槽11cに収容された酸洗液の酸洗時における酸供給量と、最終槽11dに収容された酸洗液の酸洗時における酸供給とを、いずれも、酸洗時の鋼帯15の表面に生成するスケールの厚さ、および、2以上の酸洗槽への分配率について予め定められた設定値をいずれも用いて、算出する。

【0038】

第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれにおける酸消費量の計算は、酸洗ライン制御装置24から入力される、鋼帯15の材質や寸法、通板速度、酸液組成、酸液温度さらには各槽の寸法等といった酸洗時の酸洗条件にも基づいて行われるが、特定の手段には限定されない。少なくとも、酸洗時の鋼帯15の表面に生成するスケールの厚さ、および、2以上の酸洗槽への分配率について計算を行えばよい。

【0039】

すなわち、酸洗時の鋼帯15の表面には、厚さが $3 \sim 12 \mu\text{m}$ 程度のスケール層が生成しており、酸洗時の各酸洗槽における単位時間当たりの酸消費量はこの厚さに略比例する。このため、酸消費量の総量 S は、鋼帯15の表面におけるスケール層の厚さ t 、板幅 W 、鋼帯15の搬送速度 L/S および換算係数 A に基づいて、 $S = A \cdot t \cdot W \cdot (L/S)$ として求められる。一方、酸洗は、図5にグラフで例示するように、実線で示す第1のパターン、破線で示す第2のパターンおよび一点鎖線で示す第3のパターンのうちのいずれかのパターンに大別される。このため、第3槽11cおよび最終槽11dに酸液を補給する場合は、酸消費総量 S を各槽に分配すればよいことになる。ここで、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれへの分配量 S_3 、 S_4 は、分配係数を P ($0 \leq P \leq 1$) とすると、それぞれ、 $S_3 = S \cdot P$ 、 $S_4 = S \cdot (1 - P)$ となる。

【0040】

また、第3槽11cおよび最終槽11dそれぞれへの分配率 P 、すなわち酸洗完了ポイント、さらに換言すれば、鋼帯15の表面に存在するスケールの量は、操業条件、特に鋼帯15の巻取り温度（搬送速度）によって変動する。さらに、この巻取り温度には、季節の変化による熱延鋼板の冷却速度の変動に起因して変化するため、特に鋼帯15のエッジ部分では大きなばらつきがある。

【 0 0 4 1 】

このように、第 3 槽 11c および最終槽 11d それぞれにおける酸消費量は、酸洗の進行パターンとライン速度との影響を受けて変化する。さらに、如何に優れた酸洗モデルを用いて酸濃度のフィードフォワード制御を行おうとしても、実操業では制御値を実際の値に完全に一致させることは容易ではない。

【 0 0 4 2 】

このため、本実施の形態では、フィードフォワード制御とともにフィードバック制御も併用して、第 3 槽 11c および最終槽 11d それぞれへの酸液補給量を制御する。

【 0 0 4 3 】

すなわち、制御装置 14 は、第 3 槽酸液供給装置 12c から第 3 槽 11c へ酸液を供給するとともに最終槽酸液供給装置 12d から最終槽 11d へ酸液を供給した後に、酸濃度連続測定装置 13c、13d から出力される酸濃度の連続的な測定値と、それぞれの槽の酸濃度目標値との偏差に基づいて、酸液供給系 12 へ酸液供給信号を加算して、第 3 槽 11c および最終槽 11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度が目標値に一致するように、フィードバック制御を行う。

【 0 0 4 4 】

前記のようにフィードバック制御を行うことにより、フィードフォワード制御の欠点を補うことができる。しかしながら、FF 制御の誤差（酸洗供給量の過不足）が大きいときはフィードバック制御により酸洗液の酸濃度が安定するまで長時間を要する。このため本発明においてはフィードフォワード制御の設定値パラメータをできるだけ実操業に近い値とする方法を用いる。

【 0 0 4 5 】

具体的には、フィードフォワード制御に用いる、酸洗時の鋼帯の表面に生成するスケールの厚さ、および、2 以上の酸洗槽への分配率の設定値を、フィードバック制御の修正量に基づいて修正して設定し直すこととする。

【 0 0 4 6 】

例えば、単位面積当たりの減少量（本明細書では「酸洗減量値」という。）を時間に対して 1 次式を用いて近似する場合、酸洗時間と酸洗減量値との関係は比

例関係になる。図 3 は、この関係の一例を示すグラフである。

【 0 0 4 7 】

図 3 にグラフで示すように、酸洗時間と酸洗減量値との関係は、原点 O を起点とする直線関係となる。すなわち、第 1 槽 11a を通過する時刻 t_1 における酸洗減量値 m_1 、第 2 槽 11b を通過する時刻 t_2 における酸洗減量値 m_2 、第 3 槽 11c を通過する時刻 t_3 における酸洗減量値 m_3 、および最終槽 11d を通過する時刻 t_4 における酸洗減量値 m_4 は、いずれも、同一の直線上に位置し、酸洗が完了した時刻 t_4 以降は酸洗減量値が一定となる。この直線の傾きが酸洗速度を示し、酸洗される鋼帯 15 の材質や、酸洗条件（酸洗液の温度や組成等）により規定される。

【 0 0 4 8 】

したがって、各酸洗槽 11a ~ 11d における酸消費量は、各酸洗槽 11a ~ 11d それぞれを通過するのに要した時間と、図 3 のグラフの直線の傾きと、鋼帯 15 の寸法（幅）とを掛け合わせた値として、求められる。このようにして、各酸洗槽 11a ~ 11d それぞれにおける酸洗液の消費量を算出することができる。なお、本実施の形態のように、酸洗時間と酸洗減量値との関係を直線で近似するのではなく、図 3 に一点鎖線で示すように、実際の酸洗曲線に近い S 字状曲線により近似すれば、より高精度に各酸洗槽 11a ~ 11d における酸消費量を算出することができる。

【 0 0 4 9 】

また、制御装置 14 は、このようにして算出した第 3 槽 11c および最終槽 11d それぞれにおける酸消費量の計算値に基づいて、第 3 槽 11c および最終槽 11d それぞれへの酸液供給量を決定する。そして、制御装置 14 は、酸液供給系 12 の流量調整弁 16 へ酸液供給信号を出力して、必要供給量の酸液を、第 3 槽 11c および最終槽 11d それぞれへ供給する。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態の制御装置 14 は、以上のように構成される。

次に、4 つの酸洗槽 11a ~ 11d と、酸液供給系 12 と、酸濃度連続測定装置 13c、13d と、制御装置 14 とを備える本実施の形態の連続酸洗装置 10 により、鋼帯 15 に酸洗を行う状況を経時的に説明する。

【 0 0 5 1 】

〔酸消費量の計算〕

図 1 に示す連続酸洗装置 10 により、鋼帯 15 に酸洗が行われている。

ここで、制御装置 14 により、第 3 槽 11c および最終槽 11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸消費量の計算値が、酸洗ライン制御装置 24 から入力される前述した酸洗条件に基づいて、算出される。

【 0 0 5 2 】

この算出値には、実際の酸消費量に対する誤差が存在する。そこで、本実施の形態では、後述するように、酸濃度の連続的な測定値を用いて酸液の供給量を制御することにより、この誤差を可及的に低減する。

【 0 0 5 3 】

〔算出値に基づく酸液の供給〕

次に、制御装置 14 により、第 3 槽 11c および最終槽 11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸消費量の計算値に基づいて、第 3 槽 11c および最終槽 11d それぞれへの酸液供給量が決定される。

【 0 0 5 4 】

この際、前述したように、予めテーブル値として定められた、酸洗時の鋼帯 15 の表面に生成するスケールの厚さ t の設定値、および、酸洗槽 11c、11d への分配率 P の設定値をと共に用いて、第 3 槽 11c および最終槽 11d それぞれへの酸液供給量 S_3 、 S_4 は、 $S_3 = A \cdot t \cdot W \cdot (L/S) \cdot S \cdot P$ 、 $S_4 = A \cdot t \cdot W \cdot (L/S) \cdot S \cdot (1 - P)$ として求められる。

【 0 0 5 5 】

このように、本発明における「酸液供給量の分配率」とは、酸液を供給する全酸液供給量の分配比率を意味する。

そして、制御装置 14 から、第 3 槽酸液供給系 12c および最終槽酸液供給系 12d それぞれの流量調整弁 16、16 へ酸液供給信号が出力され、第 3 槽 11c および最終槽 11d それぞれへ、決定された供給量の酸液が供給される。

【 0 0 5 6 】

〔酸濃度の連続測定〕

このようにして、第3槽11c および最終槽11d それぞれへ、決定された供給量 S_3 、 S_4 の酸液が供給された後に、酸濃度連続測定装置13c により第3槽11c に収容された酸洗液の酸濃度が連続的に測定されるとともに、酸濃度連続測定装置13d により最終槽11d に収容された酸洗液の酸濃度が連続的に測定される。これらの連続的な測定値は、制御装置14に送られる。

【0057】

〔連続測定結果に基づく酸液の供給〕

制御装置14では、これらの連続的な測定値と、第3槽11c および最終槽11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度の目標値との偏差が求められる。そして、この偏差が零になるように、制御装置14から第3槽酸液供給系12c および最終槽酸液供給系12d それぞれの流量調整弁16、16へ酸液供給信号が加算または減算して、第3槽11c および最終槽11d それぞれに対する酸液の供給量 S_3 、 S_4 が決定される。

【0058】

この際、フィードバック制御の結果に基づき、スケールの厚さ t の設定値、および、酸洗槽11c、11d への分配率 P の設定値が t' 、 P' にそれぞれ修正されて再設定されるため、第3槽11c および最終槽11d それぞれへの酸液供給量の予測計算結果 S_3 、 S_4 が有する誤差が略完全に補正され、第3槽11c および最終槽11d のみならず、第2槽11b に収容された酸洗液の酸濃度を、目標値に迅速かつ正確に近づけることが可能となる。

【0059】

本実施の形態において、最終槽11d だけでなく第3槽11c にも酸液を供給するのは、このように、第3槽11c や第2槽11b にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度を高め、目標値に近づけるためである。したがって、第4槽が最終槽11d となる本実施の形態では、最終槽11d および第3槽11c に酸液を供給したが、例えば第5槽が最終槽となる連続酸洗装置の場合には、最終槽および第3槽それぞれに酸液を供給することが望ましい。

【0060】

本実施の形態では、連続測定結果に基づく酸液の供給を、最終槽11d だけでな

く第3槽11c に対しても行うため、最終槽11d に収容された酸洗液の酸濃度を12%超に上昇させることなく、第3槽11c に収容された酸洗液の酸濃度を高めて目標値に近づけることができる。このため、最終槽11d からの酸洗液の蒸発を防止しながら、第3槽11c に収容された酸洗液の酸濃度を高めて目標値に近づけることができる。このため、各酸洗槽11a ~11d それぞれの酸洗能力をいずれも十分に発揮させて、鋼帯15の酸洗を行うことができる。したがって、本実施の形態によれば、連続酸洗装置10の全体の生産性を顕著に向上することができる。

【0061】

また、本実施の形態は、既存の連続酸洗装置の第3槽11c および最終槽11d の近傍に酸濃度連続測定装置13c、13d を設け、これらの酸濃度連続測定装置13c、13d からの出力信号を制御装置14へ送るとともに、制御装置14のソフトを一部変更するだけで、実施することができる。このため、既存の連続酸洗設備をできるだけ改造せずに実施することもできる。

【0062】

このように、本実施の形態によれば、従来の生産設備を大幅に改良することなく、不良率の低減と生産性の向上とをともに図ることができる。

【0063】

【実施例】

さらに、本発明を実施例を参照しながら、より具体的に説明する。

図1に示す連続酸洗装置1（各酸洗槽13a ~13d の容量：60m³、酸洗液の温度：90℃）を用い、本発明にかかる連続酸洗方法と、比較例の連続酸洗方法とを用いて、鋼帯15の酸洗を24時間行った。なお、この型の連続酸洗装置を用いた酸洗では、通常、酸濃度変化は10分間で数%程度変化するために、本発明の有用性を評価するには十分な期間である。

【0064】

本実施例では、主な生産鋼種を、5パターンのスケール厚さと3パターンの酸洗パターンとに基づいた合計15パターンに分類した基礎実験の結果に基づいて、酸洗時の鋼帯15の表面に存在するスケールの厚さの設定値と、酸洗槽11c、11d それぞれへの酸液供給量の分配率の設定値とにより構成されるテーブルを作成し

、制御装置14のメモリー部に入力した。そして、酸洗槽11c、11d それぞれへの酸液供給量は、このテーブルに入力された値に基づいて前述した演算式を用いて決定した。

【0065】

また、本実施例では、この給酸後に、酸濃度連続測定装置13c、13d からの連続測定値に基づいて、第3槽11c および最終槽11d それぞれに収容された酸洗液の酸濃度がいずれも12%になるように、第3槽酸液供給系12c および最終槽酸液供給系12d それぞれの流量調整弁16、16を、いずれもPID 制御を行って、上記フィードフォワード制御値に加算した。

【0066】

その結果、第3槽11c および最終槽11d それぞれにおける目標濃度に対する酸洗濃度の振れ幅は、酸濃度連続測定装置13c、13d からの連続測定値を用いず、フィードフォワード制御のみの場合には-1.5 %～+1.9 %であるのに対し、酸濃度連続測定装置13c、13d からの連続測定値を併用した場合には-0.4 %～+0.5 %に向上した。この結果から、本発明を実施する際には、フィードフォワード制御だけでなくフィードバック制御も併用することが有効であることがわかる。

【0067】

さらに、本実施例では、制御装置14のメモリー部に入力したテーブル値を自動的に修正できるようにした。すなわち、まず、フィードバック制御量およびフィードフォワード制御それぞれの制御量を、2：8に設定した。次に、第3槽11c、最終槽11d へのフィードバック制御による給酸量を FB_3 、 FB_4 とし、フィードフォワード制御による給酸量、すなわちスケール厚のテーブル値から算出される総給酸量をSとした。

【0068】

そして、 $(FB_3+FB_4)/S=2/8$ となるように、給酸量Sすなわちスケール厚の設定値が自動的に修正されるように、制御装置14のテーブル値を決定した。

一方、本実施例では、制御装置14のメモリー部にテーブル値として入力された分配率Pの設定値も自動的に修正するべく、最終槽11d へのフィードフォワード

の酸液供給量を FF_4 とした場合に、 $FB_4:FF_4 = 2:8$ となるように、制御装置14のテーブル値を決定した。

【0069】

この結果、第3槽11c および最終槽11d それぞれにおける目標濃度に対する酸洗濃度の振れ幅は、 $-0.2\% \sim +0.2\%$ に顕著に向上した。

(変形形態)

実施の形態および実施例の説明では、4槽の酸洗槽を備える連続酸洗装置を用いた。しかし、本発明は、この形態には限定されず、複数の酸洗槽を備える連続酸洗装置に対して同様に適用される。

【0070】

また、実施の形態および実施例の説明では、第3槽および最終槽に収容された酸洗液の酸消費量を予測し、これらの酸洗槽に酸液を供給する場合を例にとった。しかし、本発明は、この形態には限定されず、第3槽および最終槽以外の他の酸洗槽に収容された酸洗液の酸消費量も予測し、これらの酸洗槽にも酸液を供給するようにしてもよい。これにより、各酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を、さらに高精度で制御することができる。

【0071】

また、実施の形態および実施例の説明では、特開平2000-313978号公報および特開平2000-313979号公報等により示された酸濃度連続測定装置を用いた場合を例にとった。しかし、これはあくまでも酸濃度連続測定装置の例示であり、本発明はこれらの酸濃度連続測定装置には限定されない。本発明は、これらの酸濃度連続測定装置以外でも、酸洗槽にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度を測定することができる酸濃度測定装置であれば、同様に適用することができる。

【0072】

また、実施の形態および実施例の説明では、少なくとも最終槽に酸液を供給される連続酸洗装置を用いた。しかし、本発明は、この形態には限定されず、最終槽には酸液を供給されない連続酸洗装置に対しても、同様に適用される。

【0073】

また、実施の形態および実施例の説明では、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次オーバーフローさせる型の連続酸洗装置を用いた。しかし、本発明は、この形態には限定されず、複数の酸洗槽を有する連続酸洗装置であれば同様に適用される。例えば、図4に示すように、下流側の酸洗槽に収容された酸洗液を上流側に隣接する酸洗槽へ順次輸送する型の連続酸洗装置に対しても、同様に適用される。

【0074】

さらに、実施の形態および実施例の説明では、酸液が塩酸である場合を例にとった。しかし、本発明は、この形態には限定されず、例えば硫酸等の、鋼板に酸洗処理を行うことができる酸液であれば、等しく適用される。

【0075】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明により、各酸洗槽からの酸洗液の蒸発量をできるだけ抑制しながら、各酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を、いずれも高めて目標値に近づけることができ、これにより、酸洗の生産性を向上することができる連続酸洗方法および連続酸洗装置を、既存の連続酸洗設備をできるだけ改造せずに、提供できることになった。

【0076】

かかる効果を有する本発明の意義は、極めて著しい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施の形態の連続酸洗装置の構成を模式的に示す説明図である。

【図2】

実施の形態の連続酸洗装置の第3槽および最終槽を抽出してその制御フローを模式的に示す説明図である。

【図3】

酸洗時間と酸洗減量値との関係の一例を示すグラフである。

【図4】

4槽の酸洗槽を備える従来の連続酸洗装置を模式的に示す説明図である。

【図 5】

酸洗のパターンを示すグラフである。

【符号の説明】

10 連続酸洗装置

11c 第 3 槽

11d 最終槽

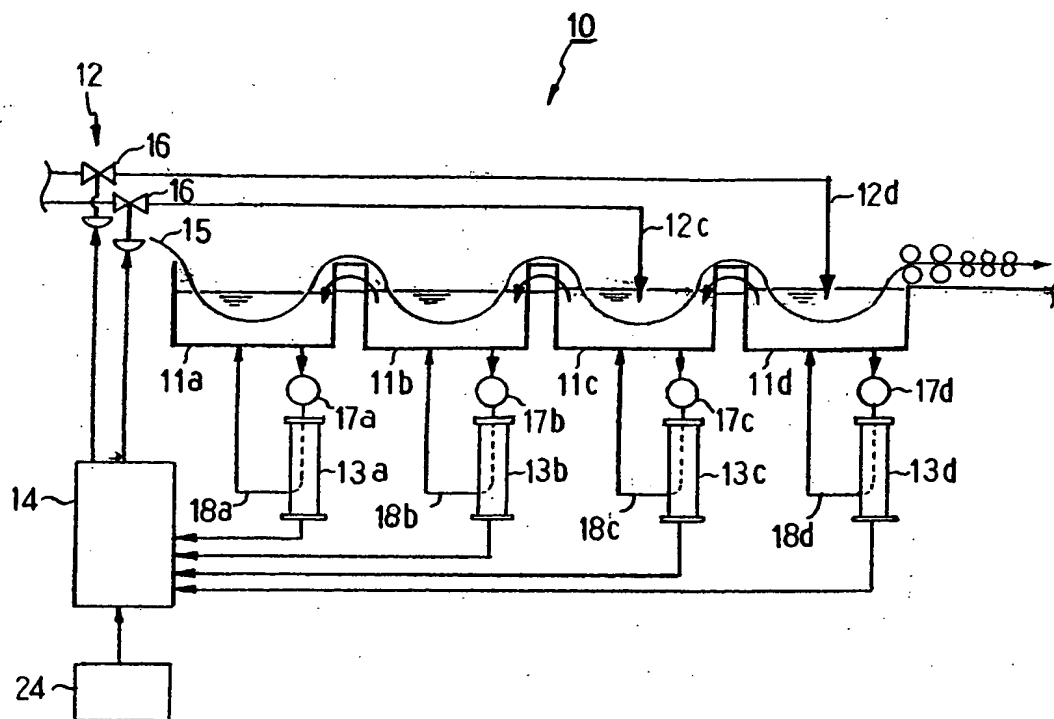
12 酸液供給系

13c 、 13d 酸濃度連続測定装置

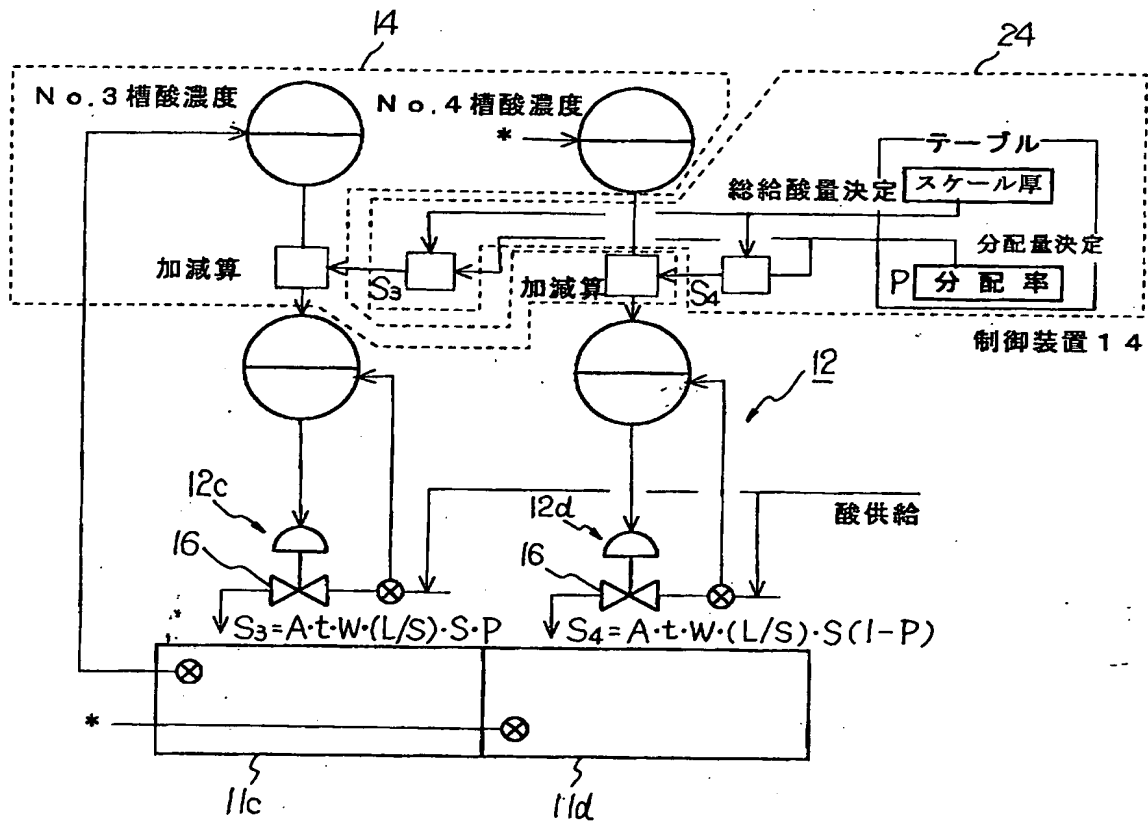
14 制御装置

【書類名】 図面

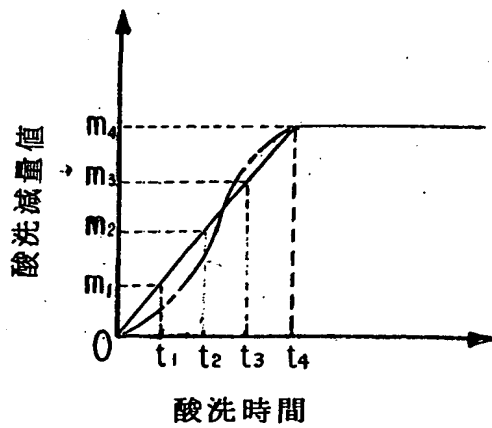
【図 1】



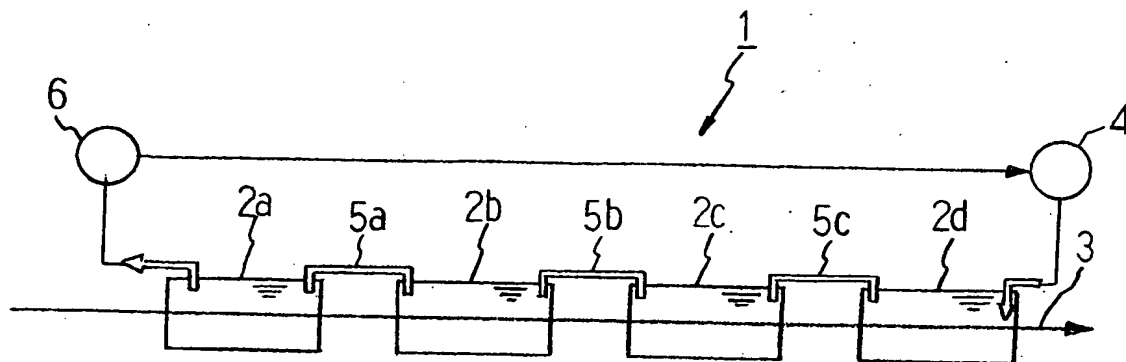
【図 2】



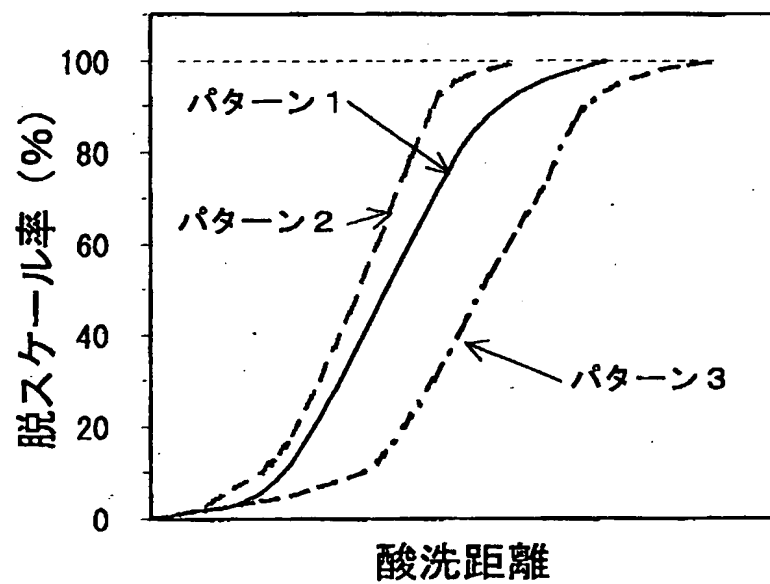
【図 3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 最終酸洗槽からの酸洗液の酸濃度を12%以下に抑制しながら、他の酸洗槽に収容された酸洗液の酸濃度を所望の値に上昇できない。

【解決手段】 制御装置14により、連続酸洗装置10の第3槽11c および最終槽11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸洗時における酸消費量の予測値を算出し、算出した予測値に基づいて第3槽11c および最終槽11d それぞれへの酸液供給量を決定して酸液供給系12から酸液を供給する。そして、酸液を供給された第3槽11c および最終槽11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度を酸濃度連続測定装置13c、13dにより連続的に測定し、測定された酸濃度の連続的な測定値に基づいて、第3槽11c および最終槽11d にそれぞれ収容された酸洗液の酸濃度が、いずれも目標値に一致するように、第3槽11c および最終槽11d へ酸液供給系12から酸液を供給する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-132264
受付番号	50100632927
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成13年 5月 2日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 4月27日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002118]

1. 変更年月日	1990年 8月16日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
氏 名	住友金属工業株式会社